[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
G02B 5/124

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96194012.3

[45]授权公告日 2003 年 1 月 8 日

[11]授权公告号 CN 1098465C

[22]申请日 1996.5.15 [21]申请号 96194012.3
[30]优先权
[32]1995.5.19 [33]US [31]08/444,551
[86]国际申请 PCT/US96/06910 1996.5.15
[87]国际公布 WO96/36891 英 1996.11.21
[85]进入国家阶段日期 1997.11.19
[73]专利权人 瑞弗莱克塞特公司
地址 美国康乃狄格州
[72]发明人 伽斯·伯纳德
[56]参考文献
US3689346 1972. 9. 5 G02B5122
US5272562 1993.12.21 G02B5122
审查员 曾 楠

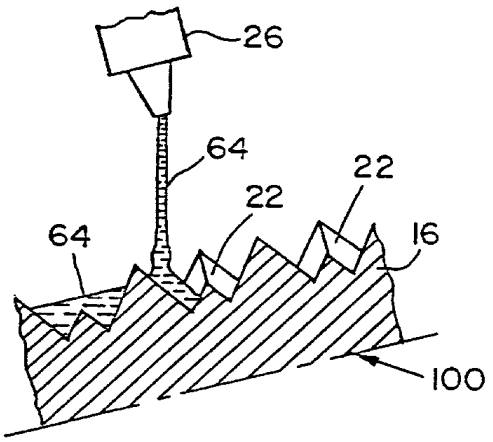
[74]专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
代理人 程 伟

权利要求书 4 页 说明书 11 页 附图 2 页

[54]发明名称 含气界的逆反射棱镜阵列

[57]摘要

本发明涉及一种制作逆反射薄膜的方法和装置，该逆反射薄膜改进了日光下的白度，其中，当棱镜的基体叠合到模具中的棱镜上时，气界被密闭在棱镜结构中。



ISSN1008-4274

1. 一种逆反射薄膜，其特征在于，包括在基体上形成的逆反射棱镜阵列，并且有气界密闭在棱镜中。

2. 根据权利要求 1 的薄膜，其特征在于，包括在所述结构上形成的金属层。

3. 根据权利要求 1 的薄膜，其特征在于，包括所述结构上的白色背衬材料，在所述背衬和所述结构之间形成气隙。

4. 根据权利要求 1 的薄膜，其特征在于，在将基体叠合到棱镜上时随机地在棱镜中形成气界。

5. 一种织物制品，其特征在于，该制品包括暴露的逆反射棱镜阵列，并且有气界被密闭在棱镜中。

6. 一种逆反射薄膜形成的标志，其特征在于，其中逆反射薄膜包括含密闭在棱镜中的气界的逆反射棱镜阵列。

7. 一种形成逆反射薄膜的方法，其特征在于，包括:

(a) 用制作棱镜的材料部分地填充模具上的凹穴，并在所述凹穴中留下气隙，其中，模具上的凹穴按待形成的立方体角棱镜阵列形式紧密排列；并且

(b) 将基体加到所述模具上，在该材料固化时，形成逆反射薄膜，其中，棱镜内有被夹带的气界。

8. 一种制作逆反射复合薄膜的方法，其特征在于，所述方法中包括下述步骤:

(a) 将可硬化的模塑材料浇铸到模具表面上的微小的、邻接的立方体角凹槽中，并且不完全填满所述凹槽;

(b) 在足以影响表面之间紧密接触的压力下，将柔韧的薄膜状片材加到在所述模具表面上的所述模塑材料上，借此在所述模塑材料中形成气囊;

(c) 让所述模塑材料承受足以影响其基本固化条件和足以影响其与所述片材邻接表面粘接的条件，以便形成复合结构，并有气囊残留其间;

(d) 从所述模具表面剥离所述复合结构，以提供逆反射薄膜，其中包括由所述片材提供的有基本平滑的前表面的基体部分，和众多的微小的立方体角结构，该立方体角结构与所述凹槽对应并且在其中形成气囊，以致通过所述基体部分前表面进入所述逆反射片的光线主要通过并进入所述立方体角结构，借此它们沿着各式各样的路径透过基体部分反射出来，反射路径取决于它们是否遇到气囊。

9. 根据权利要求 8 的方法，其特征在于，其中包括补充步骤：将可硬化的模塑材料均匀地分布在所述模具表面上，所述分布步骤与所述施加片材步骤同时受到按适当的重叠关系将所述模塑材料和片材导入固定间隙的影响，该间隙是由所述模具表面和毗邻合作零件形成的。

10. 根据权利要求 8 的方法，其特征在于，其中所述模塑材料是熔融的合成树脂，并且其固化至少部分地借助冷却完成。

11. 根据权利要求 8 的方法，其特征在于，其中还包括在将所述复合结构从所述模具表面剥下后，将反射涂层沉积到所述立方体角结构上的步骤。

12. 根据权利要求 8 的方法，其特征在于，其中还包括在所述结构上形成白色反射层并在两者之间有气隙的步骤。

13. 一种逆反射薄膜，其特征在于，包括：

柔韧的薄膜状材料，大量的有气囊的微小固体立方体角结构粘接在该薄膜上，以致通过所述薄膜前表面进入所述薄膜的光线主要经过并进入所述立方体角结构，借此它们沿着各种各样的路径通过薄膜反射出来，反射路径取决于它们是否遇到所述气囊；借此同样的光线反射数量可能少于没有所述气囊时的反射数量。

14. 一种制作复合逆反射片薄膜的方法，其特征在于，该方法包括下述步骤：

(a) 在模具表面上有微小的、邻接的立方体角凹槽的阵列，每个凹槽最大侧棱尺寸大约小于 0.635 mm，将可硬化的模塑材料浇铸到该模具表面上，并且不完全填满所述凹槽，所述模塑材料是透明的液体配方；

(b) 在足以影响表面之间紧密接触的压力下，将柔韧的薄膜状的片材加到在所述模具表面上的所述模塑材料上，借此在所述模塑材料中形成气囊；

(c) 让所述模塑材料承受足以影响其基本固化条件和足以影响其与所述片材毗邻表面粘接的条件，以便形成有气囊残留其间的复合结构；以及

(d) 从所述模具表面剥下所述复合结构，以提供逆反射薄膜，该薄膜包括由所述片材提供的有基本平滑的前表面的基体部分，和众多的与所述凹槽对应的有所述气囊的微小的立方体角结构，以致通过所述基体部分的前表面进入所述薄膜的光线主要通过并进入所述立方体角结构，借此它们沿着各式各样的路径通过基体部分反射出来，反射路径取决于它们是否遇到所述气囊。

15. 根据权利要求 14 的方法，其特征在于，其中进一步包括在从所述模具表面取下所述复合结构之后将反射涂层沉积到所述立方体角结构的各个面上的步骤。

16. 根据权利要求 14 的方法，其特征在于，其中进一步包括在所述结构上形成留有气隙的白色反射层的步骤。

含气界的逆反射棱镜阵列

本发明的技术背景

本发明涉及以紧密排列的、侧棱尺寸大约为 0.635 mm（0.025 英寸）或者更低的小立方体角结构形式形成逆反射微棱镜结构。业已发现这种棱镜作为逆反射薄膜有许多应用，它可以用作交通工具或衣物上反光的安全设施以及高速公路的标志。参阅美国专利 U.S.3,689,356(1972 年 9 月 5 日授权给 W. P. Rowland)，该篇文献通过在此引述全部并入本文。

本发明概述

依据本发明形成有气界的逆反射薄膜，在棱镜附着于薄膜基体的过程中，该气界被合并到棱镜结构中。完成这个结构的一个途径是棱镜材料仅仅部分地填充棱镜模具凹槽，留下空隙。当基体叠合到模塑材料上时以及在模塑材料固化时，凹槽中的空气残留在棱镜体内，以气泡或气界形式随机地分布在固体棱镜中。

正如将要详细解释的那样，气泡以某种方式散射部分入射光线，即改变部分入射光线的方向，以致从各种不同的角度看材料都有更白的外观（高 Cap Y 值）。一部分光线将以散射方式改变方向，另一部分光线将以狭窄的射束逆反射。

附图的简要说明

图 1 是局部截面示意图，该局部的位置在模具鼓轴周围，该图说明液体的棱镜模塑材料从安装在上方的涂布头浇铸到模具上。

图 2 是装置的局部截面放大示意图，该装置用辊 50 将基材薄膜 46 施加到模具 16 中的棱镜材料 64 上，以使气泡残留在棱镜 68 中。

图 3 是依据本发明生产的反射薄膜的后表面的局部视图。

图 4 是放大的局部截面示意图，该截面是沿着图 3 中 4 - 4 线的截面。

图 5 是与图 4 相似的视图，说明本发明的空气背衬实施方案，其中，白色衬层 12 被加到薄膜上。

图 6 是与图 4 相似的视图，说明本发明的金属反射器实施方案，其中，加上了一层金属反射层 14 。

图 7 是光路示意图，说明本发明的某些原理。

本发明的详细描述

现在参照图 1 至图 7 详细介绍本发明。由于实现本发明实施方案所用的大部分装置和工艺在前面引证的美国专利 3,689,356 中已经介绍过，所以，除了为正确理解本发明需要重复的部分之外，其它内容不再重复。

本发明的装置包括模塑鼓 100 ，它安装在按箭头指示方向（即逆时针方向）旋转的轴上。鼓 100 的圆周部分由许多粘接在圆周上的金属板 16 组成。每块金属板 16 上有大量的完全一样的邻接排列

的立方体角凹槽 22，并且围绕着鼓 100 的圆周布满这样的金属板 16，在鼓表面上形成基本连续的立方体角凹槽（ 22 ）阵列的模塑表面。

涂布头26安装在鼓100附近并在圆周的一个点位上作横向往复运动。在鼓连续旋转时，液态的可硬化的模塑材料 64 从涂布头 26 浇铸到鼓面上。连续地从放卷卷筒（未示出）拽出薄膜 46，并且用加压辊 50 将它施加到鼓 100 上，加压辊 50 与鼓 100 合作形成一个间隙，在该间隙处可硬化的材料 64 均匀地分布在模具板 16 的表面上，并且与表面 46 之间形成紧密接触。

我们已经发现借助简单的方法——即在工艺中省略常规的预润湿模具表面步骤就能将气界 10 引入逆反射微棱镜 70（图 3 至图 6）。棱镜材料 64 的粘度使它不使用润湿剂就不能完全填满棱镜凹槽。于是，各种尺寸的气界 10 在材料 64 与薄膜 46 接触时残留在棱镜体 70 中。

刚刚添加的材料 64 和薄膜 46 一起行进通过一排辐射单元（未示出），在那里材料 64 在固化的同时粘接到薄膜 46 上。然后，冷却介质使粘接在薄膜 46 上的材料 64 凝固定型，以便完成的反射薄膜 54 能够顺利地在（剥离）辊附近从鼓 100 上剥离，并且缠绕到收卷卷筒上。

形成气界 10 的数量取决于工艺中鼓的转速、鼓的温度以及棱镜材料的粘度。我们认为叠合辊的直径和材料硬度也将影响形成的气界 10 的数量。

气界 10 在各个棱镜 70 中与在薄膜上的位置似乎是随机的。

含气界的材料具有高得多的白度（Cap Y 值）[1]，这能够从表 I 和表 II 的对比数据看出，该数据表来自图 5 所示类型的样品，用材料 12 形成薄膜 54 的空气背衬。

表 I

没有气界时的 Cap Y 数值

（有丙烯酸化的环氧棱镜（330 模具）聚酯薄膜）

方位角	Cap Y 值
0	30.93
45	31.17
90	34.38
135	32.08
180	30.78
225	31.17
270	35.81
315	31.41
平均值	32.22

表 II

有气界时的 Cap Y 数值

（带丙烯酸化的环氧棱镜（330 模具）聚酯薄膜）

方位角	Cap Y 值
0	46.02
45	45.58
90	47.77

[1] 注：Cap Y 值是根据 Minolta Colorimeter White Projects 标准测量的，将标准的光线以 45° 角照射到样品上，然后用探测器探测反射光线，探测器取向与光源相反并且与样品表面成 45°角。薄膜平卧在固体表面上，样品旋转 360°，每隔 45°角读一次数。

135	45.77
180	45.94
225	46.51
270	48.25
315	45.68
平均值	46.44

注：表 II 中的数据表明 Cap Y 值增加接近 14.0 点，即与表 I 中数值相比增加 44%。 Cap Y 值越高，材料就越白。 Cap Y 值低，材料外观呈灰色。

对于两种金属化的样品也进行了 Cap Y 实验，该样品在棱镜面 15 上有铝镀层 14，结果如下：

表 III

没有气界时的 Cap Y 数值

（带丙烯酸化的氨酯棱镜（ 330 模具）的乙烯树脂薄膜）

方位角	Cap Y 值
0	7.89
45	8.66
90	9.88
135	7.51
180	7.81
225	8.93
270	9.53
315	7.51
平均值	8.47

表 IV

有气界时的 Cap Y 数值

（带丙烯酸化的氨酯棱镜（330 模具）的乙烯树脂薄膜）

方位角	Cap Y 值
0	25.35
45	26.07
90	27.48
135	25.84
180	25.63
225	25.86
270	27.62
315	26.07
平均值	26.24

在这个实例中，表 IV 中的 Cap Y 值增加了接近 17.50 点，它表示 Cap Y 值增益与表 III 相比接近 300%。我们认为 Cap Y 值增加的原因能够用简化的一维示意图（图 7）予以解释，图 7 表明入射到微棱镜逆反射器 70 上的光线是怎样依据光线通过棱镜的路径反射和折射的。

光线 a 垂直射入棱镜窗面并沿着虚线表示的路径通过路径 70。如果棱镜的反射面 F1，F2 没有金属化，光线 a 将作为 a'从棱镜中出去，然后以漫反射方式在白色衬层 12（如图 5 所示）反射，通常，该衬层用于空气背衬的逆反射结构。如果棱镜的反射面如图 6 所示是金属化的金属层，如银或铝，光线将沿着更长的路径（图中用带 x 的虚线表示）通过棱镜和气泡 10，并且作为光线 a"离开棱镜的窗面。在从模具表面取下复合结构后进行将反射涂层沉积到立方体角结构的各个面上的步骤。

光线 b （用带圆点的实线表示）以某个角度进入棱镜窗面，它将沿着完全不同的路径通过棱镜。当光线 b 抵达气界 10 时，在气界表面它的入射角大于 41.8°的临界角（假定立方体角棱镜的棱镜材料的折射指数是 1.5，并且假定气界内空气的折射指数是 1.0），因此光线全部向内反射。当光线抵达棱镜反射面时，如果反射面是空气背衬，光线将作为 b'穿越棱镜。如果反射面是金属化表面，光线 b 将沿着比较长的路径作为 b"离开棱镜。

光线 c （用实线表示）全被棱镜面向内部反射，并且沿着不偏离的路径穿过气界作为光线 c'或 c"射出。光线 c 将有相同的通过棱镜和气界的路径，该路径与棱镜反射面上的涂层无关。

从上述的光线行程图能够看出累积效应将是部分光线将被含气界的棱镜逆反射，而另一部分光线将改变方向：

(A) 加宽逆反射光线图案——在射入的光线平行于光线 c 或基本平行于光线 c 的情况下是这样。当这些光线从棱镜射出时，它们将偏离光线 c'和 c"的方向的一侧；或者

(B) 增加材料的 Cap Y 即白度值——光线 a 和 b 以 a'和 b'的方向离开棱镜时将增加空气背衬棱镜的 Cap Y 值；以 a"和 b"的方向离开棱镜时将增加金属化棱镜的 Cap Y 值。光线 a'和 b'是从白色背衬材料漫反射的光线，所以增加 Cap Y 值。光线 a"和 b"仅仅经过金属化棱镜面一两次反射就从棱镜中反射出来，于是形成更高的 Cap Y 值，即材料有更白的外观。

根据上述实例，可以看出在棱镜内有无数种光线路径通过含气界的立方体角微棱镜。实际上，我们发现气界的大小和位置都是随机的，并且大多数气界在立方体角的体积中心附近。但是我们还看

到了在同一个立方体角中包含两个气界的情况和气界远离立方体角中心偏置的情况。

气界 10 具有改善逆反射光线图案的作用，以正常的会聚衍射图（即只有发生在棱镜的小出口光瞳处的衍射产生的发散）逆反射的光线向更宽的观察角和方位角方向偏转，通常在这个角度亮度是低的。这种改进的效果对于金属化的棱镜是真实的，但是，不是所有的空气背衬棱镜都是这样明显，有代表性的数据在表 V 至表 VII 中给出。

表 V

铝金属化的 RP1.1 棱镜，聚酯顶膜， 330 模具

（转动 0°至 165°， SIA 变化%）

观察角	入射角	有气界	无气界	Δ%
0.10°	5°	4	5	-1
	10°	6	11	-5
	20°	10	30	-20
	30°	11	55	-44
	40°	34	42	-8
	45°	63	84	-21
	50°	85	104	-19
	60°	866	650	+216

只有在入射角为 60°时 SIA 的变化才有增加。

表 VI

铝金属化的 RP1.1 棱镜，聚酯顶膜，330 模具

（转动 0°至 165°，SIA 变化%）

观察角	入射角	有气界	无气界	Δ%
0.33°	5°	69	113	-44
	10°	72	159	-87
	20°	93	117	-24
	30°	65	62	+3
	40°	55	51	+4
	45°	63	50	+13
	50°	93	57	+36
	60°	583	535	+48
1.50°	5°	288	500	-212
	10°	312	500	-188
	20°	300	475	-175
	30°	183	350	-167
	40°	183	400	-217
	45°	125	166	-41
	50°	167	250	-83
	60°	600	450	+150

表 VI 中的数据表明在 0.33°观察角大多数改进发生在入射角低于 30°的条件下，在 1.50°观察角改进发生在所有除了 60°入射角的条件下。

对于大多数几何关系，特别是在观察角狭小的时候，SIA(cd/lux/m^2)水平下降。

表 VII

空气背衬，乙烯树脂 1， SRV35.11 棱镜

观察角	入射角	有气界	无气界	Δ%
0.1°	5°	5	5	0
	10°	6	5	+1
	20°	25	11	+14
	30°	337	289	+48
	40°	631	602	+29
	45°	650	491	+159
	50°	490	500	-19
	60°	6200	6700	-500
0.33°	5°	112	42	+70
	10°	102	40	+62
	20°	78	37	+41
	30°	560	372	+188
	40°	1012	972	+40
	45°	1027	990	+37
	50°	800	525	+275
	60°	5450	5600	-150
1.50°	5°	215	73	+142
	10°	186	76	+110
	20°	50	44	+6
	30°	533	275	+258
	40°	550	633	-83
	45°	1500	550	+950
	50°	2700	2100	+600
	60°	19900	6800	+13100

表 VII 中的数据表明，对于大多数几何关系，方位从 0°至 165° 亮度变化是增加。这就是说，在引入气界后材料变得对方向更敏感。引入气界后，与金属化的产品相比，空气背衬产品的结构产生相反的效果。

一般说来，有气界的空气背衬产品的 SIA 值比没有气界同类产品的 SIA 值低。

在介绍过本发明的几个实施方案之后，本领域的技术人员将很容易得到各种替代方案、修改方案和改进方案。这些明显地按照本发明制作的替代方案、修改方案和改进方案有可能是在这里没有明确地阐述的部分，但仍然在本发明的精髓和范围之内。因此，上述的内容仅仅是用实例叙述本发明，本发明并非仅限于此。本发明只受权利要求书的约束。

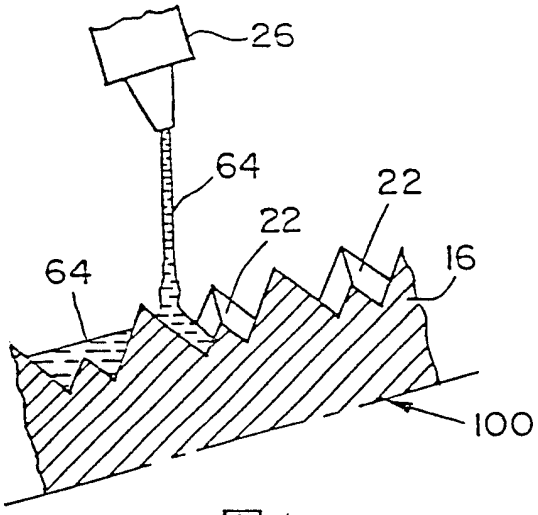

26
64
22
22
16
64
100

图 1

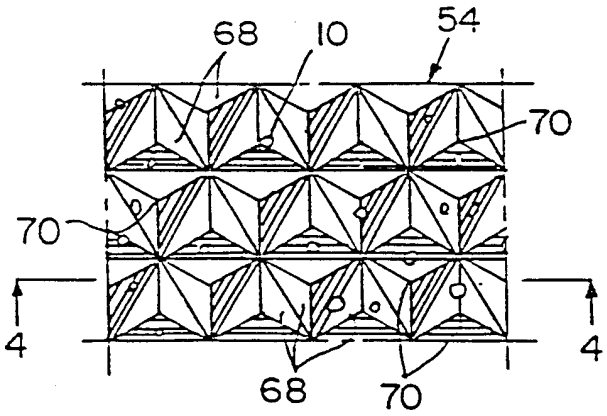

68
10
54
70
70
4
4
68
70

图 3

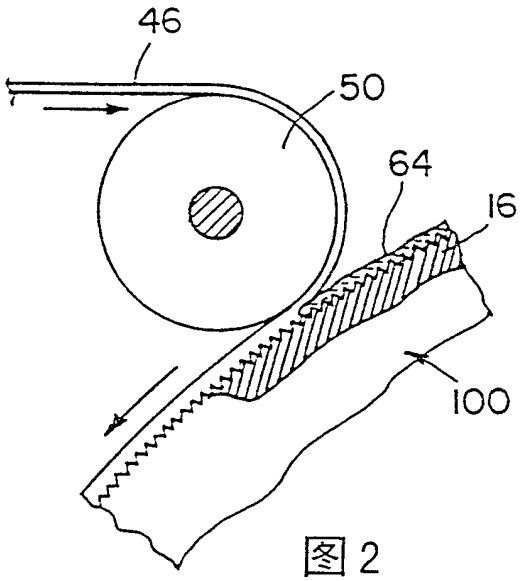

46
50
64
16
100

图 2

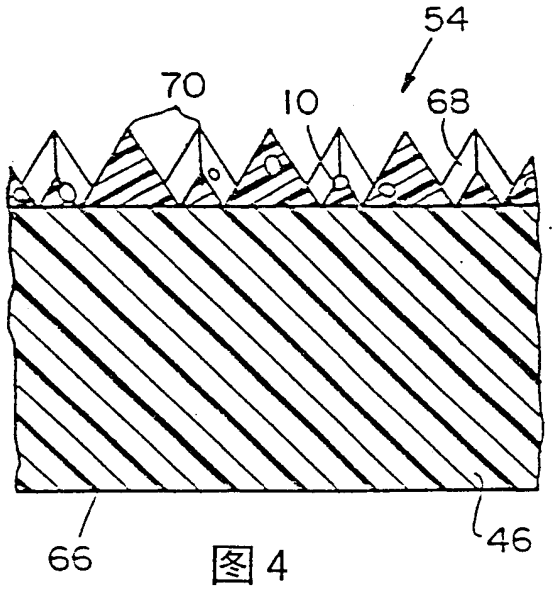

54
70
10
68
66
46

图 4

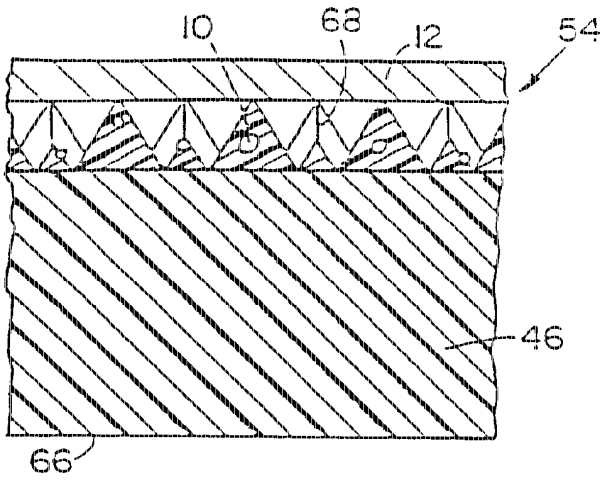


图 5

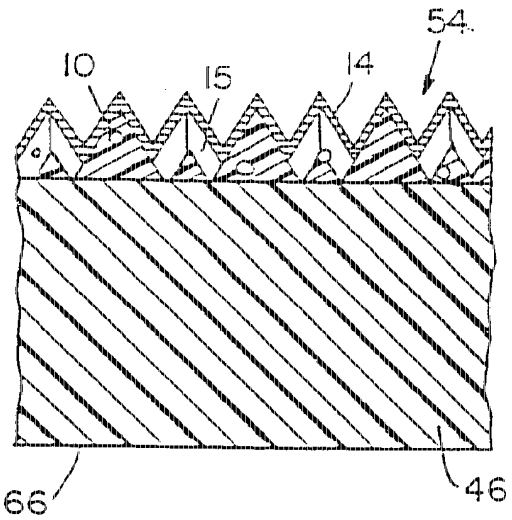


图 6

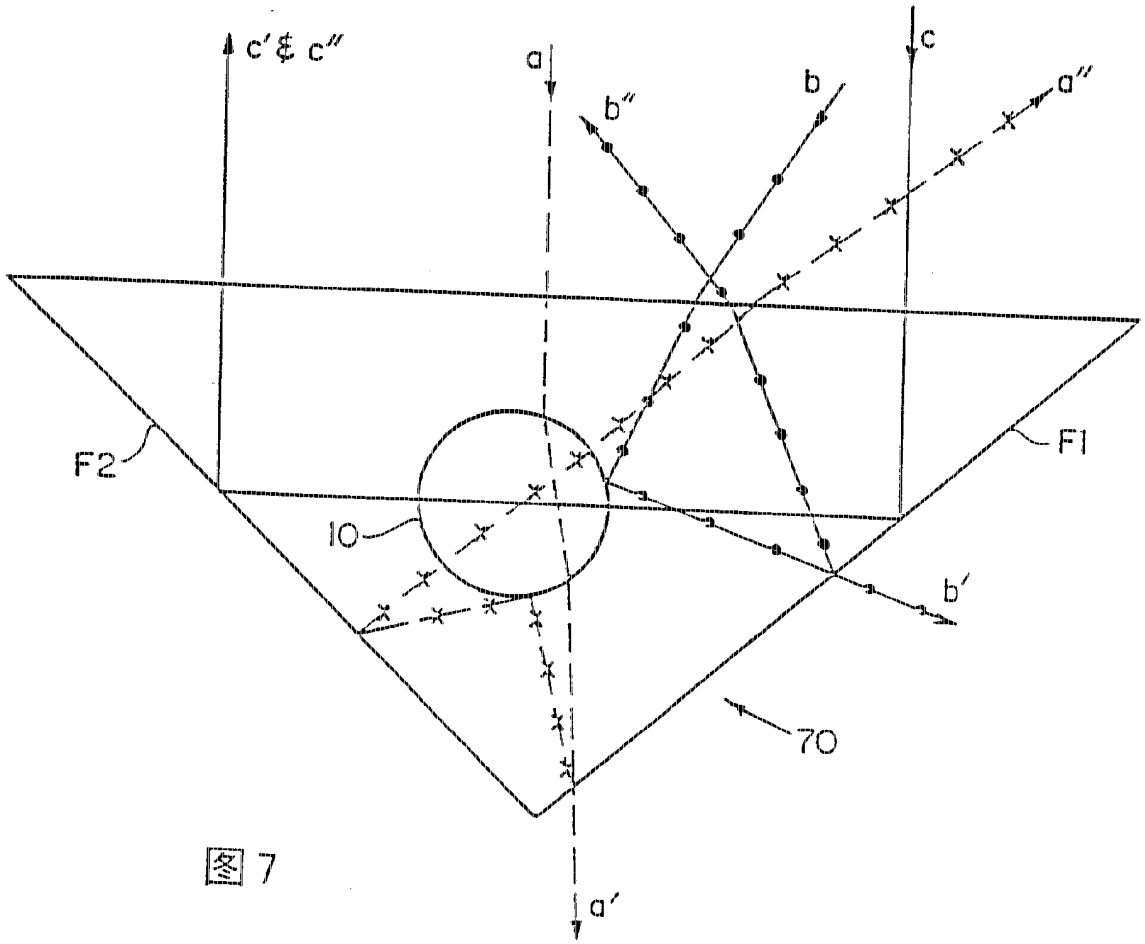


图 7